



The Vital Accumulation of Zinc and Copper of Tape Worm Parasite *Postgangesia(Proteocephalus) hemispherous* and Final Host *Silurus glanis* Fish From Tigris River in Mosul City

Bushra Hassan Saeed¹ , Sundus Nadhier Hameed² , Mohammad Hussein Mikael³

^{1,3}Department of Biology / College of Science / University of Mosul, Iraq

²Department of Biophysics / College of Science / University of Mosul, Iraq

bushrathree@yahoo.com¹ , mikael_mohammed@yahoo.com³

ABSTRACT

The paper aims to estimate the accumulative concentration of zinc and copper in tissues of the tape worm *Postgangesia hemispherous*, and also be found in some organs of its host European fish *Silurus glanis* brought from Tigris River in Rashidiya area in Mosul city. The concentrations of zinc and copper are determined using atomic absorption spectrum microscope after performing the digestion and destruction process of the samples and tape worm by high purity concentrated nitric acid solution. It was found that the accumulative concentration of zinc was higher than that of copper in the both the tape worm and the infected and non-infected fishes. The concentration of zinc and copper in the tissues of the worm was $(28.1 \pm 2.6$ & (24.75 ± 2.51) $\mu\text{g/g}$ of the body weight respectively. A significant difference was observed at a probability level ($P \leq 0.05$) in the accumulative concentration of zinc in the intestine, liver, gills, and muscles in both infected and non-infected fishes. It was also found a significant difference at same level in the accumulative concentration of copper in both the infected and non-infected fishes, but in the liver, gills, and muscles organs only. As a the concentration of zinc and copper is higher in tape worm tissues compared with its infected host, so the tape worm can be used as a vital indicators in the environmental monitoring programs to watch the metallic pollution happening in the aquatic environment.

Keyword: *Postgangesia hemispherous* tap worm, *Silurus glanis*

قياس التركيز التراكمي للخارصين والنحاس في طفيلي الدودة الشريطية
Postgangesia (Proteocephalus) hemispherous
ومضيفها النهائي سمكة الجري الأوربي *Silurus glanis*
من نهر دجلة في مدينة الموصل

بشرى حسن سعيد¹ ، سندس نذير حميد الكلاك² ، محمد حسين ميكائيل³

^{1,3} جامعة الموصل / كلية العلوم / قسم علوم الحياة

² جامعة الموصل / كلية العلوم / قسم الفيزياء الحياتية

bushrathree@yahoo.com¹ , mikael_mohammed@yahoo.com³

الملخص

يهدف البحث إلى تقدير التركيز التراكمي لعنصري الخارصين والنحاس في أنسجة الدودة الشريطية *Postgangesia hemispherous* ، وكذلك تقديرها في بعض أعضاء مضيفها سمكة الجري الأوربي *Silurus glanis* المأخوذ من نهر دجلة في منطقة الرشيدية في مدينة الموصل. تم تحديد تراكيز الخارصين والنحاس في العينات والديدان باستخدام جهاز طيف الامتصاص الذري بعد إجراء عملية سحق وهضم لهما بمحلول حامض النتريك المركز ٦٥% عالي النقاوة. فقد وجد أن تركيز الخارصين كان أعلى من تركيز النحاس في كل من الدودة الشريطية والأسماك المصابة وغير المصابة إذ وجد أن التركيز التراكمي للخارصين والنحاس في أنسجة الدودة كان بحدود 28.1 ± 2.6 و 24.75 ± 2.51 مايكروغرام/غرام من وزن الجسم على الترتيب. لوحظ وجود فرق معنوي عند احتمالية ($P \leq 0.05$) في التركيز التراكمي للخارصين في الأمعاء، والكبد، والغلاصم، والعضلات في كل من الأسماك المصابة وغير المصابة. كذلك لوحظ وجود فرق معنوي عند المستوى نفسه في التركيز التراكمي للنحاس في الكبد، والغلاصم، والعضلات لكل من الأسماك المصابة وغير المصابة بالدودة الشريطية. لكون تركيز الخارصين والنحاس أعلى في أنسجة الدودة الشريطية مقارنة مع مضيفها المصاب فإنه يمكن استخدام الديدان الشريطية كمؤشرات حيوية في برامج المراقبة البيئية لمعرفة التلوث المعدني الحاصل في البيئة المائية.

الكلمات الدالة: الدودة الشريطية *Postgangesia hemispherous*، اسماك الجري الأوربي *Silurus glanis*، الخارصين والنحاس.

١. المقدمة (Introduction)

توجد المعادن الثقيلة في النظم البيئية بصور طبيعية وكميات قليلة وتدخل في البيئة المائية من خلال الرياح المحملة بالغبار واحتراق الغابات والنباتات، ولكن يزداد تركيزها نتيجة للظروف البيئية وعوامل التعرية والأنظمة الصناعية والزراعية مثل إضافة الأسمدة والمبيدات ونشاطات التعدين [١]. تعد المعادن الثقيلة من الملوثات الخطرة التي تدخل في البيئة المائية وتسبب خللاً في التوازن البيئي وتنوعاً في الكائنات الحية المائية لاسيما الأسماك [٢]. وعلى الرغم من الأهمية الحيوية لبعض المعادن الثقيلة إلا أن لها أثراً ساماً لعدم إمكانية تحللها بواسطة الأحياء الدقيقة والعمليات الطبيعية الأخرى فضلاً عن ثباتها في البيئة وانتشارها إلى مسافات بعيدة عن مصادر نشوؤها بفعل الرياح والأمطار [٣]. وتمتاز تلك المصادر أيضاً بقدرتها على التراكم الحيوي في أجسام الكائنات الحية إذ تزداد تركيزها عن طريق السلسلة الغذائية مسببة السمية الدائمة لها [٤].

تدخل العناصر الثقيلة إلى السلاسل الغذائية المائية ومنها الأسماك بطريقتين وهي إما بصورة مباشرة عن طريق الغذاء، أو بصورة غير مباشرة عن طريق الغلاصم [٥]، وينتقل تأثيرها السام من كائن حي إلى آخر بطريقة التغذية عبر السلسلة الغذائية إلى أن تصل إلى الإنسان الذي هو في قمة الهرم الغذائي. وعليه تُستخدم الأسماك بشكل واسع في تقييم صحة النظم البيئية المائية، وتعد متراكماً جيداً للملوثات بسبب تغذيتها على الطحالب والأحياء المائية الدقيقة فضلاً عن المواد العضوية الموجودة في البيئة المائية [٦].

زاد الاهتمام في السنوات الأخيرة بدراسة العلاقة بين التلوث في البيئات ولاسيما في البيئات المائية إذ أُستخدِمت الطفيليات الداخلية التي تصيب الأسماك كإحدى المؤشرات في قياس مدى التلوث بالمعادن الثقيلة الحيوية في مثل هذه البيئات [٧]. حيث أشار عدد من الباحثين [٨، ٩] إلى أن الديدان الشريطية والديدان شوكية الراس لهما القابلية على تراكم المعادن الثقيلة في انسجتها بنسبة عالية مقارنة مع انسجة مضائفها. وأستخدِمت يرقة المسطحة المذبذبة Plerocercoid للدودة الشريطية *Ligula intestinalis* المعزولة من كل من أسماك *Tinca tinca* [١٠] وأسماك السردين الفضي *Silver sardine* من نوع *Rastreneobola orgentea* [١١] كإداة لمراقبة التلوث البيئي في النظم الطبيعية للمياه ولاحظوا بأن تركيز المعادن بضمنها الخارصين والنحاس في اليرقة أعلى من مضيفها الواسطي. وكذلك لاحظ [١٢] أن تراكم العناصر الثقيلة في الدودة الشريطية *Proteocephalus macrocephalus* والدودة الخيطية *Anguillicola crassus* هي أعلى من أعضاء مضيفهما النهائي الأسماك *Anguilla anguilla*. وان عنصر النحاس كان تركيزه أقل من الخارصين.

يُعدُّ عنصر الخارصين (Zn) ضرورياً للكائنات الحية بمستويات منخفضة وهو يُعدُّ كعنصر masculine ويوازي عنصر النحاس (Cu) في أهميته لجسم الكائن الحي. فهو ضروري للعمليات الأيضية والتكاثرية الذكرية ويساعد على الإخصاب [١٣]، وإنه عامل مساعد لأنزيمات النازعة للهيدروجين Dehydrogenase، وإنه احد مكونات هرمون الأنسولين فضلاً عن دوره المهم في تقوية الجهاز المناعي. وعلى الرغم من فوائد الخارصين بمستويات معينة للكائن الحي فإن زيادة تركيزه عن الحد المطلوب يؤدي إلى حدوث مشاكل مثل حالات التسمم والتهاب المعدة والأمعاء وفشل في وظيفة الكلية واكبد والتبول الدموي. وكذلك فإن نقصانه يسبب فقر الدم وتأخر النمو وقلة الإخصاب [١٤]. بالمقابل فإن عنصر الخارصين يَعدُّ من الملوثات الشائعة جراء عمليات التعدين وصهر وطلاء المعادن وصناعة البطاريات الجافة، ويدخل في صناعة السيارات وأنظمة التدفئة المركزية فضلاً عن وجوده في المواد العضوية الموجودة في فضلات الحيوانات وكذلك الأسمدة الموجودة في الأراضي الزراعية [١٥].

أما ما يخص عنصر النحاس (Cu) فإنه الى جانب دخوله في العديد من الصناعات المعدنية والصناعية فإنه عنصر مهم للكائنات الحية وتكمن أهميته في مشاركته في تكوين العديد من الأنزيمات ومسار بناء الهيموكلوبين [١٦]. فالنحاس عنصرٌ أساسي وضروري لجميع الكائنات الحية ضمن تراكيز قليلة، إذ أن التراكيز العالية منه يكون ساماً وتعزى سميته إلى وجوده بصيغة Cu^{+2} وتكوينه معقدات مع المركبات العضوية وغير العضوية [١٧]، وإن له تأثيراً ساماً وواضحاً في الأسماك من خلال تدني نشاط تغذيتها وضعف نموها [١٨].

لأهمية عنصري الخارصين والنحاس من المركبات في حياة الكائنات الحية عند تراكيز معينة مسموحة وزيادتها تشكل تلوثاً بيئياً ولاسيما البيئة المائية والتي تسبب ضرراً للكائنات المائية وتغييراً غير مرغوب في الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للبيئة، يهدف البحث الى الكشف عن تركيز الخارصين والنحاس في الدودة الشريطية *Silurus glanis* ومقارنتهما مع انسجة مضيفها النهائي اسماك الجري الاوربي *Silurus glanis* وتعد الاولى من نوعها بالنسبة للدودة الشريطية الطفيلية.

٢. المواد وطرائق العمل

استخدمت اسماك الجري الاوربي *Silurus glanis* من نهر دجلة في منطقة الرشيدية على

بعد ٤ كم إلى الشمال الغربي من مركز مدينة الموصل. منطقة الرشيدية يوجد فيها محطات ومولدات

الكهرباء ومشروع إسالة الماء ومصنع الألبان والمشروبات الغازية والثروة الحيوانية التي تضم حقول دواجن وأغنام وأبقار وكذلك المزارع والمسكن جميعها تقع على نهر دجلة فضلاً عن المجرى الكبير لتصريف المياه غير الصحية

لمنطقة الرشيدية مباشرة إلى النهر. جُمعت الأسماك من تشرين الثاني ٢٠١٣ ولغاية شهر آذار ٢٠١٤، وجُلبت إلى المختبر حيث أُستخرجت العينات المزمع دراستها وهي الكبد، والغلاصم، والأمعاء الدقيقة، والعضلات من الأسماك بعد إجراء تشريحها حسب طريقة [١٩]. عُرِلت الديدان الشريطية من النوع *Postgangesia hemispherous* من أمعاء الأسماك المصابة ذات الأوزان والأطوال المتقاربة بغض النظر عن أعمارها. غُسلت العينات والديدان بالماء المقطر عدة مرات لتنظيفها من العوالق ثم جُفِّت باستخدام أوراق ترشيح وبعدها وزنت وغُفِّت بأوراق الألمنيوم كل على حدة. ووُضعت في أكياس نايلون وحُفِّت بالتجميد عند درجة (-20) °م لحين إجراء التجربة.. أُستخدِم حامض النتريك المركز HNO₃ بتركيز 65% في عملية هضم الأعضاء المعزولة من الأسماك وكذلك أنسجة الدودة [٢٠] وذلك بإضافة 1 سم³ من حامض النتريك لكل 0.1 غم من وزن كل من العينات والدودة. سُحِّقت العينات بالجانس الكهربائي Homogenizer ثم وضعت الأنابيب الزجاجية المغطاة بأغطية محكمة والحاوية على العينات مع حامض النتريك في حمام مائي بدرجة 70 °م لمدة 24 ساعة وذلك لتسريع عملية الهضم. بعدها تركت الأنابيب لمدة 72 ساعة في درجة حرارة الغرفة لاستكمال عملية الهضم، ثم أُضيف الماء المقطر إليها لتكملة أحجام المحاليل وتعويض الفقدان الحاصل فيها بفعل عملية التبخر. قيسَت الامتصاصية لكل عينة بمطياف الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrometer من نوع (Perkin Elmer-4000 صناعة امريكية) وحُوِّلت الامتصاصية إلى وحدات تركيز وذلك بالاعتماد على المنحنيات القياسية للعناصر الثقيلة قيد الدراسة إذ تم التعبير عن النتائج بوحدة مايكروغرام من المعدن/غرام من الوزن الرطب لكل عينة والدودة [٢١].

استخدم اختبار t في التحليل الإحصائي للنتائج لاختبار اختلاف مقادير المعدلات والانحراف القياسي لمجموعة الأسماك المصابة وغير المصابة بالدودة الشريطية عند مستوى احتمالية (P≤0.05) [٢٢].

٣. النتائج والمناقشة (Results and discussion)

يبين الجدول (1) تركيز عنصري الخارصين والنحاس في أعضاء أسماك الجري الأوربي *Silurus glanis* غير المصابة والمصابة بالدودة الشريطية *Postgangesia hemispherous* والفروق المعنوية الناتجة من التحليل الإحصائي، ويلاحظ من التحليل الإحصائي عند مستوى احتمالية ($P \leq 0.05$) وجود فرق معنوي في تركيز الخارصين في الأعضاء المختبرة وهي الأمعاء والكبد والغلاصم والعضلات في حين ظهر فروق معنوية في تركيز النحاس في الكبد والغلاصم والعضلات فقط ولم يظهر أي فرق معنوي في الأمعاء.

الجدول (1): تركيز عنصري الخارصين والنحاس في أعضاء أسماك الجري الأوربي *Silurus glanis*

التركيز (الانحراف القياسي \pm المعدل) مايكروغرام / غرام من وزن العضو				العنصر
النحاس (Cu)		الخارصين (Zn)		
الأسماك المصابة	الأسماك غير المصابة	الأسماك المصابة	الأسماك غير المصابة	العضو
17.53 \pm 2.27	19.53 \pm 2.25	22.43 \pm 2.1*	38.80 \pm 2.3	الامعاء
19.86 \pm 0.6*	23.83 \pm 0.9	25.4 \pm 0.7*	36.7 \pm 3.9	الكبد
14.1 \pm 1.1*	20.13 \pm 1.35	21.70 \pm 2.26*	26.8 \pm 3.8	الغلاصم
8.8 \pm 1.86*	13.35 \pm 2.6	10.98 \pm 1.12*	17.6 \pm 1.83	العضلات

غير المصابة والمصابة بالدودة الشريطية

* وجود فرق معنوي عند مستوى احتمالية ($P \leq 0.05$) بين المجموعتين

إن العناصر الثقيلة التي توجد في البيئة المائية يمكن ان تتراكم في نسيج الأسماك من خلال امتصاصها المباشر من المياه والغذاء فضلاً عن طول السلسلة الغذائية. ان معدل تراكم الملوثات

في الأسماك يعتمد على طريقة التعرض والمدة الزمنية للتعرض ونوع العنصر وخصائصه الفيزيائية والكيميائية وتركيزه في البيئة المائية [٢٣]. كذلك فإن نوع الأسماك وأعمارها وكمية الدهون الموجودة في أنسجتها وطريقة تغذيتها كلها عوامل تساعد أيضاً في تراكم العناصر الثقيلة في أجسامها [٢٤].

يتأثر التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في أجسام الأسماك بعوامل مختلفة مثل الحرارة والحالة الحامضية، والملوحة، ومستوى التلوث في المياه المحيطة وكذلك التغيرات الزمنية فضلاً عن العمر والحجم والحالة الفسيولوجية للأسماك [٤]، وان المعادن الثقيلة تتراكم بمستويات مختلفة وفي أعضاء مختلفة؛ أي تؤخذ من خلال مختلف الأعضاء وقد يعود إلى التداخل الموجود بين العناصر والعضو. فأعضاء الكائن الحي تختلف نسبياً من جانب العمليات الأيضية، إذ تختلف بما تحتوي من أنزيمات وهرمونات ومركبات كيميائية، وبالتالي فإن هذه الاختلافات لها علاقة بتركيز العناصر ونوعيتها ومنها الثقيلة الداخلة في تركيبها الكيميائية أو تلك المؤثرة في مساراتها الأيضية المختلفة [٢٥].

ويلاحظ من الجدول (١) أن أعلى تركيز للخارصين سُجل في الأمعاء وقل تركيز في العضلات في الأسماك غير المصابة والمصابة في حين وجد [٢٦] في يرقة المسطحة المذبذبة Pleroceroid للدودة الشريطية *Triaenophorus nodulosus* وأعضاء مضيفها النهائي الأسماك Perch من نوع *Perca fluviatilis* إن أعلى تركيز للخارصين كان في الكبد ثم الأمعاء فالغلاصم. ويعزى سبب التركيز العالي للخارصين في أمعاء الأسماك إلى أهمية الأمعاء كونها مركزاً مهماً لتراكم بعض العناصر الثقيلة نتيجة التعرض لتلك العناصر عن طريق الفم أو عن طريق الدورة المعوية من الكبد إلى الأمعاء، أو يعزى إلى ارتباط العنصر مع المادة المخاطية الموجودة في الأمعاء والذي يصعب إزالتها من

الأمعاء قبل تحلل النسيج وهذا ما أشار إليه [٢٧]. إن متوسط التركيز يقل بعد فترة من الزمن وذلك بسبب امتصاص الزغابات لقسم من المعادن وترسيبها بجدار الأمعاء والقسم الآخر من المعادن يتم طرحها عن طريق التغوط [٢٨]. أما النحاس فقد بلغ أعلى تركيز له في الكبد في الأسماك المصابة وغير المصابة كليهما وهذا يتفق مع ما وجدته [٢٩] أن أعلى تركيز للنحاس والمعادن التي درسها كانت في الكبد واقله في العضلات. أما [٢٧] فقد وجد أعلى تركيز للعناصر (Mo,Co,Ni,Zn,Cu) في نوعين من الأسماك هما اسماك الخشني *Liza abu* واسماك الجري الاسيوي *Silurus triostegus* في بحيرة Ataturk في تركيا كانت في الكبد والغلاصم لكلا النوعين، فقد وُجد النحاس بأعلى تركيز في الكبد ثم الغلاصم فالعضلات، وإن تركيز النحاس كان اقل من تركيز الخارصين في الأسماك المدروسة. يعزى النسبة العالية للنحاس في عضو الكبد الى كونه مركز الدورة الدموية واحد الأعضاء المزيلة للسمية Detoxicity ، وإن الكبد يستقبل معظم العناصر الممتصة من الغلاصم عن طريق الدم. فقسم من هذه العناصر يزال سميتها والقسم الآخر يعبر إلى الأمعاء مع الصفراء حيث تكون معقدات معدنية عضوية organometallic complex والذي يعاد امتصاصه من قبل جدار الأمعاء او يطرح الى الخارج عن طريق التغوط [٢٦]. كذلك فإن للكبد دور مهم في تكوين جزيئات الميتالوثايونين الذي له القابلية على ربط العناصر الثقيلة معها لنقلها الى أماكن طرحها خارج الجسم [١٢]. ويعد الكبد من الأعضاء النشطة أيضا والتي يتم فيها العديد من المسارات الكيميائية لبناء وهدم الجزيئات الحيوية وهذه المسارات تتم بفعل الانزيمات، من المعروف ان النحاس يكون احد العوامل المساعدة لفعل تلك الانزيمات [٣٠].

إن وجود الخارصين والنحاس في غلاصم الأسماك المصابة وغير المصابة بتراكيز متوسطة يعزى إلى كون الغلاصم من المواقع المهمة لدخول العناصر الثقيلة والعضو الأكثر تعرضاً للملوثات البيئية فضلا عن تركيبها التشريحي والنسجي والذي يعطيها مساحة سطحية كبيرة تسمح بدخول المياه او الملوثات وبالتالي زيادة نسبة التراكيز

التراكمية في الغلاصم [٢٤]. وقد أشار [٢٧] الى ان سبب تراكم المعادن في الغلاصم قد يعود إلى ارتباط العنصر المعدني مع المادة المخاطية في الغلاصم والذي من غير الممكن إزالتها من الصفائح الغلصمية قبل تحلل النسيج، وقد أشار [٣١] الى ان دخول العناصر الثقيلة إلى الغلاصم تسبب تأثيرات مرضية نسجية ضارة.

اما العضلات فقد أظهرت اقل تراكماً للخارصين والنحاس من بين أعضاء الأسماك المصابة وغير المصابة، وهذا يتفق مع ما لاحظته [٣٢] في دراسة لثلاثة عناصر ثقيلة (Cu, Zn, Pb) لثلاثة ديدان طفيلية اثنان يعودان إلى الديدان الخيطية وهما Contracaecum excisus و bidentatum والأخرى تعود للودودة الشريطية Eustrongylides و Glanitaenia osculata والمتطفلة في اسماك الجري الأوربي Silurus glanis, من أن العناصر الثلاثة كانت اقل تركيزاً في عضلات الأسماك.

وجدير بالذكر أن [٣٣] لاحظ أن العناصر الثقيلة مثل (Cd,Pb,Hg,Cr) تتوزع في عضلات وغلاصم وكلية اسماك الجري الأوربي Silurus glanis, وان كل عنصر من هذه العناصر يتراكم بتركيز عالي في عضو معين ولكنهم لاحظوا أن هذه العناصر جميعها توجد بتركيز اقل في عضلات السمكة أيضاً.

إن التركيز القليل لعنصري الخارصين والنحاس في العضلات قد يعزى إلى عدد من الأسباب منها قلة كمية الدهون في عضلات الأسماك مقارنة مع بقية الأعضاء الأخرى وهذا يعتمد على غذاء

الأسماك [٣٤]، أو قلة ارتباط العناصر الثقيلة بروتينات العضلات [٢]، او ان العضلات ليست عضواً فعالاً في تراكم المعادن الثقيلة [٣٥].

إن الاختلاف في تركيز العناصر الثقيلة داخل جسم الأسماك هو نتيجة للتباين الموجود بين عضو وآخر، وان قدرة أي نسيج او عضو لتراكم عنصر ما يمكن ملاحظتها من خلال تركيز العنصر

المتراكم فيه [36]. إذ كانت الاعضاء تتبع ترتيب معين في قدرتها على تراكم عنصر الخارصين وهي الأمعاء < الكبد < الغلاصم < العضلات. أما عنصر النحاس فإنه تراكم بالأعضاء على الشكل الآتي: الكبد < الأمعاء < الغلاصم < العضلات. وبالمقارنة مع الحدود العليا للتركيز المسموح للخارصين والنحاس في الأسماك والتي تبلغ بحدود (٥٠ و ٢٠) مايكروغرام/غرام على التوالي حسب منظمة الصحة العالمية لسنة ١٩٨٣ ومنظمة حماية البيئة الفيدرالية لسنة ٢٠٠٣ [٣٧], فقد كان تركيز العنصرين المدروسين ضمن الحدود المسموح بها للأسماك.

ويلاحظ من الجدول (١) أن تركيز الخارصين كان أعلى من تركيز النحاس في جميع أعضاء الأسماك غير المصابة والمصابة، ويُعزى السبب في ذلك الى العديد من العوامل منها اختلاف عمليات الأيض في الأسماك تجاه هذه العناصر، ودرجة تلوث الماء بهذه العناصر، وطبيعة الغذاء المتوفر للأسماك التي تختلف في كمية ما يحتويه من هذه العناصر [٣٨]، فضلاً عن امتلاك الأسماك لآلياتٍ ضعيفة لإزالة العناصر. فعملية تراكم العناصر في الأسماك تعتمد على قابلية الكائن لإزالة العنصر، وتركيز ذلك العنصر في الماء، والفترة الزمنية المعرضة له، والية امتصاصها للعنصر إما عن طريق الماء أو الغذاء، فضلاً عن الهيئة أو الصورة التي يكون فيها المعدن على هيئة ذائبة أو غير ذائبة في الماء [٢٤]. من جانب آخر، فهناك عوامل أخرى مثل درجة الحرارة، والقوة الأيونية، والذالة الحامضية ولما لها من تأثير في الخواص الفيزيائية والكيميائية لهذه العناصر والتي بدورها تؤثر على مستويات تراكمها في أعضاء الكائنات الحية [٣٩].

وفيما يتعلق بتركيز عنصري الخارصين والنحاس في أنسجة الدودة الشريطية فقد بلغ بحدود (28.1 ± 2.6 ، 24.75 ± 2.51) مايكروغرام/غرام من وزن الجسم على الترتيب وهو أعلى من تركيزهما في أعضاء الأسماك المصابة كما مبين في الجدول (٢).

الجدول (2): تركيز عنصري الخارصين والنحاس (ميكروغرام/غرام)

من وزن الجسم في أنسجة الدودة الشريطية

التركيز (الانحراف القياسي \pm المعدل) مايكروغرام / غرام من وزن العضو	
العنصر	الدودة الشريطية
الخارصين Zn	28.1 ± 2.65
النحاس Cu	24.75 ± 2.51

إن هذه النتيجة تتفق مع نتائج كل من [٧، ٩-١٢، ٢٦، ٢٩، ٣٢، ٤٠، ٤١]، والذين أشاروا إلى أن تركيز العناصر الثقيلة في أنسجة الديدان هو أعلى منه في أعضاء مضائقها. إن تعرض الأسماك إلى ملوثات بيئية مع الغذاء عن طريق الفم يؤدي إلى تراكم العناصر في النسيج المعوي للمضيف. وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة تراكم المعادن في الديدان الشريطية بنسبة أعلى من أنسجة مضائقها لكون هذه الديدان تستوطن في أمعاء المضيف وتتغذى معه على الغذاء والمعادن [٨]، فضلاً عن عدم قدرتها على بناء الأحماض الدهنية لأنها تأخذ كميات من المعادن مع هذه الأحماض من أمعاء مضيفها مما يزيد من نسبتها [٤٢].

أما في حالة تعرض الأسماك إلى ملوثات بيئية عن طريق الماء ستكون نسبة التراكم في الغلاصم وبقية الأعضاء أعلى مما هو عليه في الدودة لاسيما إن موقع الدودة داخل المضيف

والمرحلة التطورية والفترة الزمنية التي تقضيها الدودة داخل المضيف كلها عوامل تؤثر على نسبة

التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة [٤٣].

إن زيادة تركيز الخارصين على تركيز النحاس في الأسماك المصابة وغير المصابة وكذلك في أنسجة الدودة (كما موضح في الجدولين ١ و ٢) تعد مفيدة لما للخارصين من أهمية كبيرة ولاسيما في الفعاليات الكيموحيوية والايضية والتكاثرية فضلاً عن مساهمته مع فعالية ما يقارب مئة أنزيم من الأنزيمات المسؤولة عن أيض الدهون والبروتينات والكربوهيدرات والأحماض النووية في الكائنات الحية كافة [١٦]. كذلك فالخارصين مهم في تقوية الجهاز المناعي إذ يعمل على تحفيز وظيفة خلايا الدم البيضاء وبذلك تساعد في مقاومة العديد من الأمراض، وله دور في التطور الجنسي إذ يساعد على الإخصاب ويساهم في التكوين السليم للحيامن ويحافظ على حيويتها [١٣]. ومهما يكن فالخارصين يعد واحداً من العناصر الطبيعية ولكن زيادة طرحه الكبير نتيجة للنشاطات البشرية والصناعية والزراعية تجعله واحداً من الملوثات البيئية [٣٢].

وفيما يخص عنصر النحاس، فهو الآخر يعدّ من العناصر المهمة أيضاً نظراً لأدواره الأنزيمية عند وجوده بمستويات معينة وملئمة للأحياء المائية. فالنحاس عامل مساعد في ما يصل الى ٥٠ من الإنزيمات المختلفة التي تشارك في التفاعلات البيولوجية المختلفة كدوره في انزيمات السيتوكروم أوكسيديز، ومساعدته في إنتاج الطاقة في الجسم (الادينوسين ثلاثي الفوسفيت). ويساهم النحاس بالتعاون مع الخارصين في تكوين أنزيم مضاد للأكسدة يدعى سوبر أوكسيد الديسموتاز (SOD) superoxide dismutase وأنه من أقوى المواد المضادة للأكسدة إذ يعمل داخل الجسم في محاربة الجذور الحرة وحماية أغشية الخلايا منها، فضلاً عن أنه يساعد في امتصاص الحديد من الأمعاء وتحرره من الكبد وبذلك يقي الجسم من نقص الحديد المهم في تكوين الهيموكلوبين وبالتالي الوقاية من فقر الدم [٤٤]. بالمقابل فإن وجود النحاس بتركيز أعلى من الحد المسموح به له تأثيرات سامة ويظهر ذلك بوضوح في الأسماك من خلال تدني نشاط تغذيتها وضعف نموها [١٨]. وعلى الرغم من التأثير السام للنحاس عند التراكيز العالية فإن وجود الخارصين مع العناصر الثقيلة السامة يقلل من سميتها حيث يقوم الخارصين بتنشيط تراكم النحاس من خلال اعاقه او قلة امتصاصه من قبل أنسجة الكائنات الحية وبالتالي فإنه يوفر حماية جيدة للكائن الحي ضد التأثيرات السامة للنحاس والعناصر الأخرى [٤٥].



(References) المصادر

- [1] M. Kalay and M. Canli, (2000). "Elimination of essential (Cu, Zn) and nonessential (Cd, Pd) metal from tissue of a freshwater fish *Tilapia Zillii* following an uptake protocol". *Turkish Journal of Zoology* 4: 29–436 .



- [2] M.Canli ; O. Ay and M. Kalay, (1998). "Levels of heavy metals (Cd, Pb, Cu, Cr, Ni) in tissue of Cyprinus Carpio, Barbus Capito and Chondrostoma regium from the Seyhan River, Turkey". Turkish Journal of Zoology 22: 149–157.
- [3] L. Feng ; Y.M. Wen and P.T. Zhu, (2008). "Bioavailability and toxicity of heavy metals in a heavily polluted river, in PRD, china". Bulletin Environmental Contamination and Toxicology 81: 90–94.
- [4] M.K. Ahmad ; S. Islam ; S. Rahman ; M.R. Haque and M.M. Islam, (2010). "Heavy metals in water, sediment and some fishes of Burigange River, Bangladesh". International Journal Environmental Research 4 (2): 321–332.
- [5] J. Burger ; K.F. Gaines ; S. Boring ; L. Stephen ; J. Snodgrass ; C. Dixon ; M. McMahan ; S. Shukla ; T. Shukla and M. Gochfeld, (2002). "Metal Level in fish from the Savannah River: Potential Hazards to fish and Other Receptors". Environmental Research 89: 85–97.
- [6] F.G. Olaifa ; A.K. Olaifa, and T.E. Onwudes, (2004). "Lethal and sublethal effect of copper to the African catfish Clarias gariepinus". African Journal of Biomedical Research 7: 65–70.
- [7] B. Sures, (2006). "How parasitism and pollution affect the physiological homeostasis of aquatic hosts". Journal of Helminthology 80: 151–158.
- [8] M. A. Shahat ; O.S.O. Amer ; A.T. Abdallah ; N. Abdelstater, and M.A. Moustafa, (2011). "The Distribution of certain heavy metals between intestinal parasites and their fish hosts in the River Nile at Assuit Province, Egypt". The Egyptian Journal of Hospital Medicine 43:241–257.
- [9] M. Nachev ; G. Schertzing and B. Sures, (2013). "Comparision of the Metal accumulation capacity between the acanthocephalan Pomphorhynchus laevis and larval nematodes of the genus Eustrongylides sp. Infecting barbel (Barbus barbus)". Parasites and Vectors 6(21): 5–8.
- [10] S.Tekin-Özan and I. Kir, (2005). "Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of Tench (Tinca tinca L. 1758) and plerocercoids of its endoparasite Ligula intestinalis". Parasitology Research 97(2): 158–159.



- [11] E. Oyoo–Okoth ; L. Cherop ; V. Chepkirui-Boit ; O. Osan and V. Nguere, (2010). "Use of fish endoparasite, *Ligula intestinalis* (L.,1758) plerocercoid in an intermediate cyprinid host (*Rastreneobola argentea*)for biomonitoring heavy metal contamination in Lake Victoria,Kenya". *Lakes and Reserviors Research and Management* 15(1): 63-73.
- [12] C. Eira ; J. Torres ; J. Miquel ; J. Vaqueiro ; A.M.V.M. Soares and J. Vingada, (2009). "Trace element concentration in *Proteocphalus macrocephalus* (Cestoda) and *Anguillicola crassus* (Nematoda) in comparision to their fish host, *Anguilla anguilla* in Ria de Aveiro". Portugal. *Science of The Total Environment* 407: 991-998.
- [13] K. Nolan, (2003). "Copper toxicity syndrome. *Journal of Orthomolecular Psychiatry*" 12(4): 270–282.
- [14] J.O. Duruibe ; M.O.C. Ogwegbu and J.N. Egwurugwu, (2007). "Heavy metal pollution and human biotoxic effects". *International Journal of Physical Sciences* 2(5) :112–118.
- [١٥] مثنى عبد الرزاق العمر (٢٠٠٠). التلوث البيئي. دار وائل للنشر, عمان, الأردن.
- [16] R. Bhuvaneshwari ; N. Mamtha ; P. Selvam and R.B. Rajendran, (2012). "Bioaccumulation of metals in muscle, liver and gills of six commercial fish species at Anaikaraidam of River kaveri, Sout India". *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical technology* 3(1):8–14.
- [17] J.A.O. Oronsaye and F.E. Ogbebo, (1995). "The acute toxicity of copper to *Clarias gariepinus* in soft water". *Journal of Aquatic Sciences*10: 19-23.

[١٨] منى حسين علي جانكيز (1999). التأثير الجزيئي للكاديوم والنحاس والخاصين على نمو وأبيض الكائن الهديي حر المعيشة (*Tetrahymena pyriformis* (Ehernberg, 1830). أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.

- [19] B. Dybem, (1983). "Field sampling and preparation subsample of aquatic organism for analysis metals and organochlorides". *FAO. Fisher Technology* 212: 1–13.

- [٢٠] D.N. Lamphere ; C.R. Dorn ; C.S. Reddy and A.W. Meroy, (1984). "Reduced cadmium body burden in cadmium-exposed calves fed supplemental zinc". *Environmental Research* 33(1): 119-129.
- [٢١] شهباء خليل ابراهيم الطائي (2007) . دراسة مرضية للتسمم التجريبي بالكاديوم لأسماك الكارب الاعتيادية *Cyprinus carpio L.* رسالة ماجستير، كلية الطب البيطري، جامعة الموصل.
- [٢٢] احسان كاظم شريف القرشي (٢٠٠٧). الطرائق المعملية والطرائق اللامعملية في الاختبارات الاحصائية. الطبعة الأولى, بغداد.
- [2٣] G. A. Al-Nagar, (2009). "Seasonal changes to some of heavy metals in the muscle of three species of fish (Cyprinidae) from Al-Hawizeh Marsh and South Hammar". M. Sc. Thesis, Fisheries and Marine Resources College of Agriculture, Basrah University, Iraq.
- [2٤] I.S. Eneji ; R.S. Ato ; and P.A. Annue, (2011). "Bioaccumulation of heavy metals in fish (*Tilapia zilli* and *Clarias gariepinus*) organs from River Benue, North-Central Nigeria". *Pakistan Journal of Analytical and Environmental Chemistry* 12(1): 25–31.
- [25] L. Bervoets ; L. Blust and R.Verheyen, (2001) . "Accumulation of metals in the tissues of three spined stickelback (*Gasterosteus aculeatus*) from natural freshwaters". *Ecotoxicology and Environmental Safety* 48 (2) : 117 – 127 .
- [26] M. Popiolek ; A. Okulewicz ; W. Dobick and R. Nowak, (2007). "Heavy metal concentration in plerocercoid of *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) (Cestoda: Triaenophoridae) and in different organs of their host-Perch *Perca fluviatilis* (L.)". *WiadomosciParazytologiczne* 53(1): 32–24.
- [27] H. Karadede ; S.A. Oymak and E. Ünlü, (2004). "Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey". *Environment International* 30: 183–188.
- [28] B. Elsenhans ; N. Schuller ; K. Schurmann and W. Forth, (1994). "Oral and subcutaneous administration of cadmium chloride and the distribution of metallothionein and cadmium along the villus crypt axis jejunum". *Biological Trace Element Research* 42: 9–21.
- [29] F. Thielen ; F. Zimmermann ; F. Baska ; H. Tora and B. Sures, (2004). "The intestinal parasite *Pomphorhynchus Laevis* (Aconthocephala) from barbel as bioindicator for metal pollution in the Danube River near Budapest, Hungary". *Environmental Pollution Journal* 129: 420–429.
- [30] صباح ناصر العلوجي (٢٠١٤) . علم وظائف الاعضاء. الطبعة الثالثة, دار الفكر للطباعة والنشر, الاردن.



- [31] B. Bols ; J. L. Brubacher ; R.C. Ganassin and L.E.S. Lee, (2001). "Ecotoxicology and innate immunity in fish". *Developmental and Comparative Immunology* 25(8): 853–873.
- [32] D. Kirin and D. Kuzmanova, (2014). "Helminth communities of *Silurus glanis* and its bioindicator signification for the condition of the Ivaylovgrad Reservoir, Bulgaria". *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences* 1: 721–726.
- [33] S. Squadrone ; M. Prearo ; P. Brizio ; S. Gavinelli ; M. Pellegrino; S.Guarise ; A. Benedetto and M.C. Abete, (2013). "Heavy metals distribution in muscle, liver, kidney and gill of European catfish (*Silurus glanis*) from Italian River". *Chemosphere*, 90(2): 358–365.
- [34] H. Agah ; M. Laermakers ; M. Elskens ; M.R. Fatomi and W. Bayens, (2007). "Total mercury and methyl mercury concentrations in fish from the Persian Gulf and the Caspian Sea". *Water, Air and Soil Pollution* 181: 95–105.
- [35] A.T. Khan ; J.S. Weis and L. Dandrea, (1989). "Bioaccumulation of four heavy metals in two populations of grass shrimp, *Palaemonetes pugio*". *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 42: 339–343.
- [٣٦] E.I. Adeyeye ; N.J. Akinyugha ; M.E. Fesobi and V.O. Tenabe, (1996). "Determination of some metal in *Clarias gariepinus* (Cuvier and Valenciennes), *Cyprinus carpio* (L) and *Oreochromis niloticus* (L) Fishes in polyculture freshwater pond and their environments" . *Aquaculture* 47 : 205-214.

[٣٧] مي حميد محمد الدهيمي (٢٠١٠). دراسة بعض العناصر الثقيلة في أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio* المجموعة من نهر الفرات. مجلة الفرات للعلوم الزراعية ٢(٢): ١١٠-١١٩.

- [38] A. Rauf ; M. Javed and M. Ubaidullah, (2009). "Heavy metal levels in three major carps (*Catla catla* , *Labeo rohita* and *Cirrhina mrigala*) from the river Ravi , Pakistan" .*The Veterinary Journal* 29(1) : 24-26 .



- [٣٩] J. Karak ; O. Anaser ; Th. Shehab, (2010). "Accumulation of some heavy metals in *Barbus luteus* and common Carp *Cyprinus carpio* fishes in Euphrates river ,Syria". *Journal of Animal and Poultry Production*, Mansoura University 1(12):669-675.
- [40] C. Schludermann ; S.Konecyny ; S. Laimgruber; J.W. Lewis; F.Schiemer ; A. Chovanes and B. Sures, (2003). "Fish macroparasites as indicator of heavy metal pollution in river sites in Austria". *Parasitology* 26: 61–69.
- [41] S. Woelfi ; M. Mages and P. Torres, (2008). "Trace metal concentrations in single specimens of the intestinal broad flatworm (*Diphyllobothrium latum*), compared to their fish host (*Oncorhynchus mykiss*) measured by total reflection X-ray fluorescence spectrometry". *Spectrochimica Acta B* 63: 1450– 1454.
- [42] M. Malek ; M. Haset ; M.P Mobedi ; M.R. Ganjati and K. Mac–Kenzie, (2007). "Parasites as heavy metal bioindicators in the shark *Carcharhinus dussumieri* from the Persian Gulf". *Parasitology* 135(7): 249–254.
- [43] L. Bergey ; J. Weis and P. Weis, (2003). "Mercury uptake by the estuarine species *Palaemonetes pugio* and *fundulus heteroclitus* compared with their parasites, *Probopyrus Pandalicola* and *Eustrongyloides* sp. ". *Marine Pollution Bulletin* 44: 1046–1050.
- [٤٤] J. R. Turnlund ; W.R. Keyes ; G.L Peiffer and K.C. Scoot ,(1998). "Copper absorption, and retention, by young men consuming low dietary copper determined by using the stable isotope ⁶⁵ Cu". *The American Journal of clinical Nutrition* 67:1219 -1225.
- [45] S. Tekin-Özan and I. Kir, (2007). "Accumulation of some heavy metals in *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) and its host (*Esox Lucius* L., 1758)". *Turkiye Parazitoloji Dergisi* 31(4): 327-329.